

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

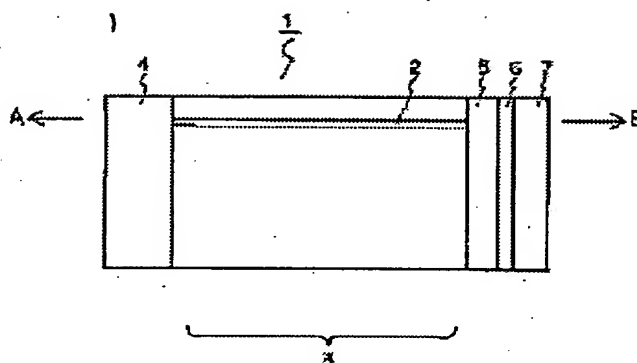
Patent number: JP10247756
Publication date: 1998-09-14
Inventor: TANI KENTARO; HIGASHIDE HIROSHI
Applicant: SHARP CORP
Classification:
- International: H01S3/18
- european:
Application number: JP19970048331 19970304
Priority number(s):

Report a data error here

Abstract of JP10247756

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a semiconductor laser to be restrained from increasing in threshold value, kept at a high COD level, and enhanced in reliability by a method wherein a light reflecting film formed on a laser projection edge face of a laser device is formed of material which is smaller in absorptivity coefficient than silicon.

SOLUTION: A semiconductor laser device 1 has such a structure that an aluminum oxide film 4 serving as a protective film is formed on the laser beam projection front edge face of a visual light semiconductor laser 3 equipped with a GaInP/AlGaIn strained multi-quantum well active layer, and a silicon oxide film 5, a titanium oxide film 6, and an SiO₂ film 7 are successively formed on the rear edge face of the semiconductor laser 3. In this structure, the front edge face has a reflection factor of 30 to 35%, and the rear edge face has a reflection factor of 60 to 65%. By this setup, the edge face is restrained from rising in temperature, and the device 1 can be kept at a high COD level and enhanced in reliability.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-247756

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月14日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-48331

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 3 月 4 日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 谷 健太郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 東出 啓

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

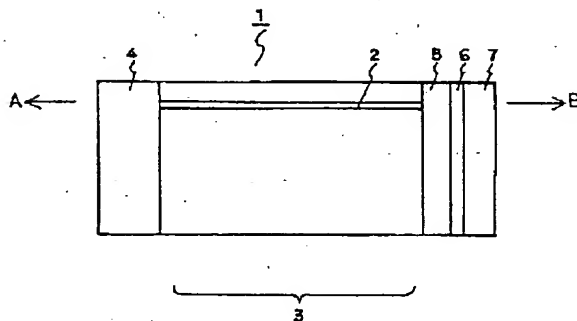
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 半導体レーザー素子

(57) 【要約】

【課題】 可視光及び短波長レーザー光の領域では、特にレーザー素子の後面側において、光吸収による温度上昇を要因とするレーザー素子の瞬時光学的損傷が容易に生じ、信頼性が低下する。

【解決手段】 レーザ光出射端面部に形成される光反射膜が、出射されるレーザー光に対する光吸収係数の小さい材料からなることを特徴とする。ここで、光反射膜は、酸化シリコン5、7及び酸化チタン6の多層膜からなることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光の出射端面部に形成される光反射膜を、前記レーザ光に対する光吸収係数がシリコンより小さい材料によって形成してなることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記光反射膜は、酸化チタン及び酸化シリコンの多層膜からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の前記レーザ光出射端面側に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の前記レーザ光出射端面側と反対側の外側に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の両側面に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記レーザ光の発振波長は300nm乃至700nmであることを特徴とする請求項1乃至5に記載の半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザ素子、特に光記録技術等に使用される可視光及び短波長の半導体レーザ素子の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、光記録装置としてのコンパクトディスク（以下、単にCDと記す）のキーデバイスとして赤外の半導体レーザ素子が使用されている。その半導体レーザ素子の特性の向上のために、レーザ端面部に保護膜を設けるとともに、この保護膜を光学的反射膜となるように構成し、その反射率を制御することによって瞬時光学的損傷（Catastrophic Optical Damage、略してCODと呼ばれる）のレベル向上を図り、しきい値電流の低減及び信頼性の向上を図っていた。

【0003】しかし、データ容量の増大によりさらなる高密度記録が求められており、このため、さらに波長の短い可視光及び短波長レーザ素子の開発が望まれている状況にある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、短波長のレーザ出力に合わせて、前面にも保護膜を形成する一方、後面側の反射率も上げることによって、高いCODレベルを得るとともに、低しきい値電流、高信頼性のレーザ素子構造を検討した。

【0005】即ち、図10のAlGaInP系レーザ

素子100に示すように、GaInP/AlGaInP多重量子井戸活性層101を備える可視光半導体レーザ部102のレーザ光出射前面側（図中、A方向）となる端面に酸化アルミニウムからなる保護膜103（厚み200nm）を形成し、後面側（図中、B方向）となる端面には、酸化アルミニウム104（厚み約100nm）、シリコン膜105（厚み約40nm）、酸化アルミニウム106（厚み100nm）を順次積層形成している。この構造では、後面側の反射率が約60%、前面側が約35%となっている。

【0006】上記構造の半導体レーザ素子について、各特性について検討した結果、反射率が全面、後面とも約35%のレーザ素子と比較して、しきい値が約20%減少した。しかしながら、一方で、CODレベルは向上せず、素子によってはむしろ低下するものも見られた。

【0007】そして、瞬時光学的損傷を生じた素子の端面観察及び近視野像観察を行ったところ、一般的にはレーザ素子の前面側（A方向）の反射率の低い方で損傷が生じるが、今回の観察では後面側（B方向）で損傷が生じていることが判明した。本構造の前面側の保護膜103には損傷は観測されなかった。この現象は、特に後面側のシリコン膜105の部分で光吸収による温度上昇が起り、瞬時光学的損傷が生じたものと考えられる。

【0008】つまり、可視光よりも波長の長いレーザ光の領域では、シリコン膜の光の吸収係数が小さいため問題は生じなかったが、可視光及び短波長レーザ光の領域では吸収係数が高く、レーザ素子のCODレベルが低くなり信頼性の低下が起こったものと考えられる。

【0009】そこで、本発明の目的は、可視光及び短波長レーザ素子に保護膜を形成する構造であっても、しきい値を低く抑えられるだけでなく、CODレベルも高くでき、信頼性の高い半導体レーザ素子を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明による半導体レーザ素子は、レーザ光の出射端面部に形成される光反射膜を、前記レーザ光に対する光吸収係数がシリコンより小さい材料によって形成してなることを特徴とする。

【0011】このように、光反射膜の光吸収係数を小さく抑えることによって、反射膜での温度上昇を抑制でき、CODレベルを高くでき、高信頼性が得られる。

【0012】具体的には、前記光反射膜を、酸化チタン及び酸化シリコンの多層膜から構成する。

【0013】また、前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の前記レーザ光出射端面側に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする。

【0014】このように、酸化アルミニウム膜をレーザ光出射端面側に形成することによって、光反射膜の酸化

シリコン層からの酸素が半導体レーザの活性層へ拡散することを抑制でき、CODレベル、信頼性をより向上できる。

【0015】また、前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の前記レーザ光出射端面側と反対側の外側に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする。

【0016】このように、酸化アルミニウム膜をレーザ光出射端面側と反対側の外側に形成することによって、この酸化アルミニウム膜が無い場合に酸化シリコン層が大気に触れることによって生じる屈折率の変化が抑制できるため、歩留まりの向上を図れる。

【0017】また、前記光反射膜は、酸化チタンと酸化シリコンとの多層膜と、該多層膜の両側面に形成される酸化アルミニウム膜とからなることを特徴とする。

【0018】このように、酸化アルミニウムを多層膜の両端面に形成することによって、上記2例の両方の利点を生かすことができ、CODレベル、信頼性及び歩留まりの向上をさらに図れる。

【0019】ここで、前記レーザ光の発振波長は300nm乃至700nmであることを特徴とする。これは、本発明は特に、レーザ光が可視光及び短波長の場合に生じる光反射膜の温度上昇という問題点に対して有効であり、且つ300nm以下の発振波長に対しては、光吸収の増大やレーザ光のエネルギーの増大によって保護膜として機能しないためである。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の大きな特徴は、両端面に保護膜を形成した可視光及び短波長半導体レーザ素子に対して、レーザ端面に光の吸収係数の小さい膜を用いることによって、端面部での温度上昇を抑制し、CODレベルを向上でき、高信頼性、歩留まりの向上を得た点にある。

【0021】本発明の一実施例について、図1及び図2を参照して説明する。図1は本実施例による可視光及び短波長レーザ素子の断面図、図2は図1のレーザ素子の後面側の透過斜視図である。

【0022】図1に示すように、本実施例による半導体レーザ素子1は、GaInP/AlGaInP亜多重量子井戸活性層2を有する可視光半導体レーザ部3のレーザ光出射前面側（図中、A方向）となる端面に保護膜となる酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）膜4（厚み約200nm）を形成し、後面側（図中、B方向）となる端面には、酸化シリコン膜5（厚み約100nm）、酸化チタン（ TiO_2 ）膜6（厚み約70nm）、 SiO_2 膜7（厚み200nm）を順次積層形成している。この構造では、前面側の反射率が約30～35%、後面側が約60～65%となっている。

【0023】また、図2において、8はn型GaAs基板、9はn型AlGaInPクラッド層、10はp型A

lGaInPクラッド層、11はn型GaAs電流狭窄層、12はn型電極、13はp型電極である。

【0024】本実施例のCODレベルを図3にPで示す。なお、比較例として、後面側の保護膜を $Al_2O_3/Si/Al_2O_3$ で構成したレーザ素子のレベルをQで示す。両者の比較から分かるように、本実施例によるCODレベルは、比較例Qの約20mWに対して約40mWとなっており、大きな特性改善が図れた。

【0025】さらに、70℃、5mWの条件下で連続駆動し、寿命試験（信頼性試験）を検討した結果、上記比較例の1000時間に対して10000時間という際立った改善が確認できた。

【0026】上記実施例の製造方法について、図4乃至図6に示した各工程図を参照して説明する。まず、図4に示すように、電極形成されたレーザウエハ20をバー21状に分割し、図5に示すようにバー21のレーザ出射端面部の片側に、電子ビーム蒸着やスパッタ法により厚さ約100nmの SiO_2 膜5、厚さ約70nmの TiO_2 膜6、厚さ約200nmの SiO_2 膜7を蒸着し（こちらが後面になる）、さらに図6に示すように、もう一方の端面にやはり電子ビーム蒸着やスパッタ法により厚さ約200nmの Al_2O_3 膜4を形成して、その後、個別に分割して図1及び図2の半導体レーザ素子を得る。

【0027】なお、本実施例では後面側の保護膜を先に形成したが、前面側の保護膜を先に形成してもよい。また、活性層2としては、GaInP/AlGaInP亜多重量子井戸層を用いたが、発振波長が700nm～300nmになるような材料であれば、ZnSe系やGaN系やカルコバイライト系などの活性層であれば同様の効果が得られる。

【0028】但し、300nm以下の発振波長のレーザでは SiO_2 膜や TiO_2 膜等での光吸収係数の増大やレーザ光のエネルギーの増大によって保護膜として機能しないため、上記効果は得られなかった。

【0029】さらにまた、保護膜の形成方法としては、電子ビーム蒸着、スパッタ法の他にイオンビームスパッタ法やCVD法等によって形成してもよい。

【0030】図7は、本発明の他の実施例による可視光及び短波長レーザ素子の断面図である。

【0031】図7に示すように、本実施例による半導体レーザ素子30は、ZnSe/MgZnSSe亜多重量子井戸活性層31を有する可視光半導体レーザ部32のレーザ光出射前面側（図中、A方向）となる端面に保護膜となる Al_2O_3 膜33（厚み約160nm）を形成し、後面側（図中、B方向）となる端面には、 Al_2O_3 膜34（厚み約10nm）、 SiO_2 膜35（厚み約65nm）、 TiO_2 膜36（厚み約60nm）、 SiO_2 膜37（厚み160nm）を順次積層形成している。この構造では、前面側の反射率が約30～35%、後面側

が約60~65%となっている。

【0032】本実施例では、 Al_2O_3 膜34によって SiO_2 層35からの酸素の活性層31への拡散が抑制されるため、特に長時間使用中であってもCODレベルが低下することがなくなり信頼性の向上が図れた。

【0033】具体的には、同一活性層材料を使用し且つ端面保護膜構造が $Al_2O_3/Si/Al_2O_3$ の構造のものと比較して、CODレベルは10mWから20mWへ向上し、信頼性についても30℃、1mWの条件下で、100時間から1500時間へ大幅な改善が見られた。

【0034】また、比較のために、図1の構造で活性層を本実施例と同材料とした構造について確認したところ、CODレベルは同程度のレベルであったが、信頼性については30℃、1mWの条件下で1000時間であった。つまり、図1の構造に比較しても、本実施例の方が信頼性の点で優れていることを確認できた。

【0035】なお、活性層31としては、 $ZnSe/MgZnS$ 系至多重量子井戸層を用いたが、発振波長が700nm~300nmになるような材料であれば、 $AlGaInP$ 系や $AlGaInAs$ 系や $PGaN$ 系やカルコバイライト系などの活性層であれば同様の効果が得られる。

【0036】但し、この実施例においても、300nm以下の発振波長のレーザでは SiO_2 膜や TiO_2 膜等での光吸収係数の増大やレーザ光のエネルギーの増大によって保護膜として機能しないため、上記効果は得られなかった。

【0037】図8は、本発明の他の実施例による可視光及び短波長レーザ素子の断面図である。

【0038】図8に示すように、本実施例による半導体レーザ素子40は、 $GaAlN/GaN$ 至多重量子井戸活性層41を有する短波長半導体レーザ部42のレーザ光出射前面側(図中、A方向)となる端面に保護膜となる Al_2O_3 膜43(厚み約120nm)を形成し、後面側(図中、B方向)となる端面には、 SiO_2 膜44(厚み約75nm)、 TiO_2 膜45(厚み約50nm)、 SiO_2 膜46(厚み約130nm)、 Al_2O_3 膜47(厚み10nm)を順次積層形成している。この構造では、前面側の反射率が約30~35%、後面側が約60~65%となっている。

【0039】本実施例では、 Al_2O_3 膜47によって SiO_2 膜46が大気に触れることによる屈折率の変化が抑制されるため、発振しきい値電流、駆動電流等の素子特性のばらつきが小さくなり、歩留まりが向上した。

【0040】具体的には、同一活性層材料を使用し、且つ端面保護膜構造が $Al_2O_3/Si/Al_2O_3$ の構造のものと比較して、CODレベルは20mWから40mWへ向上し、信頼性についても30℃、1mWの条件下で、10時間から100時間へ大幅な改善が見られた。また歩留まりも、30~50%から60%~80%へと

向上し、コストダウンを図れた。

【0041】また、比較のために、図1の構造で活性層を本実施例と同材料とした構造について確認したところ、CODレベル、信頼性については同程度のレベルであったが、歩留まりは30~50%であった。つまり、図1の構造に比較しても、本実施例の方が歩留まりの点で優れていることを確認できた。

【0042】なお、活性層41としては、 $GaAlN/GaN$ 至多重量子井戸層を用いたが、発振波長が700nm~300nmになるような材料であれば、 $AlGaInP$ 系や $AlGaInAs$ 系や $ZnSe$ 系やカルコバイライト系などの活性層であれば同様の効果が得られる。

【0043】但し、この実施例においても、300nm以下の発振波長のレーザでは SiO_2 膜や TiO_2 膜等での光吸収係数の増大やレーザ光のエネルギーの増大によって保護膜として機能しないため、上記効果は得られなかった。

【0044】図9は、本発明の他の実施例による可視光及び短波長レーザ素子の断面図である。

【0045】図9に示すように、本実施例による半導体レーザ素子50は、 $AlGaInP$ 活性層51を有する短波長半導体レーザ部52のレーザ光出射前面側(図中、A方向)となる端面に保護膜となる Al_2O_3 膜53(厚み約200nm)を形成し、後面側(図中、B方向)となる端面には、 Al_2O_3 膜54(厚み約10nm)、 SiO_2 膜55(厚み約90nm)、 TiO_2 膜56(厚み約75nm)、 SiO_2 膜57(厚み約180nm)、 Al_2O_3 膜58(厚み10nm)を順次積層形成している。この構造では、前面側の反射率が約30~35%、後面側が約60~65%となっている。

【0046】本実施例では、 Al_2O_3 膜58によって SiO_2 膜57が大気に触れることによる屈折率の変化が抑制されるため、発振しきい値電流、駆動電流等の素子特性のばらつきが小さくなり、歩留まりが向上した。

【0047】具体的には、同一活性層材料を使用し、且つ端面保護膜構造が $Al_2O_3/Si/Al_2O_3$ の構造のものと比較して、CODレベルは20mWから40mWへ向上し、信頼性についても70℃、5mWの条件下で、1000時間から15000時間へ大幅な改善が見られた。また、歩留まりも60%~80%へと向上し、コストダウンを図れた。

【0048】また、比較のために、図1の構造で活性層を本実施例と同材料とした構造について確認したところ、CODレベルについては同程度のレベルであったが、信頼性については、70℃、5mWで10000時間であり、歩留まりについては30~50%であった。つまり、図1の構造に比較しても、本実施例の方が信頼性、歩留まりの点で優れていることを確認できた。

【0049】なお、活性層51としては、 $AlGaIn$

7

P層を用いたが、発振波長が700nm～300nmになるような材料であれば、AlGaInP系やAlGaInAs系やZnSe系やカルコパイライト系などの活性層であれば同様の効果が得られる。

【0050】但し、この実施例においても、300nm以下の発振波長のレーザではSiO₂膜やTiO₂膜等での光吸収係数の増大やレーザ光のエネルギーの増大によって保護膜として機能しないため、上記効果は得られなかった。

【0051】上記各実施例の中では、図9の構造が、C

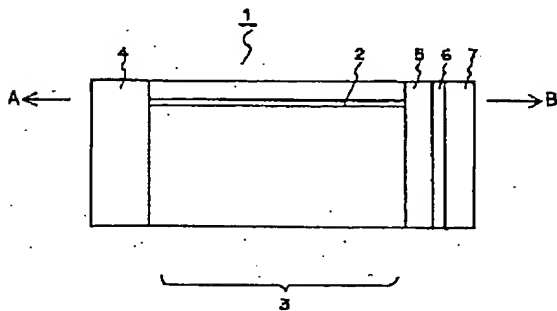
【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、両端面に保護膜を形成した可視光及び短波長半導体レーザ素子に対して、レーザ端面に光の吸収係数の小さい膜を用いることによって、端面部での温度上昇を抑制し、CODレベルを向上でき、高信頼性が得られる。

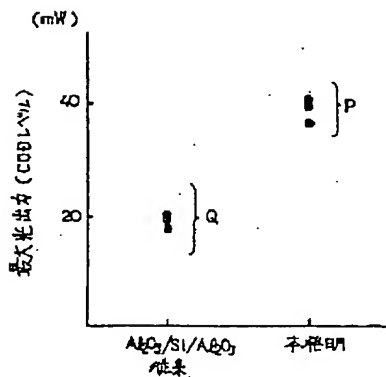
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による半導体レーザ素子の断面図。

【図1】



【図3】



【図2】図1の半導体レーザ素子の後面側の透過斜視図。

【図3】図1の実施例の半導体レーザ素子と比較例のCODレベルを示す図。

【図4】図1の半導体レーザ素子の製造工程を説明するための斜視図。

【図5】図1の半導体レーザ素子の製造工程を説明するための断面図。

【図6】図1の半導体レーザ素子の製造工程を説明するための断面図。

【図7】本発明の他の実施例による半導体レーザ素子の断面図。

【図8】本発明のさらに他の実施例による半導体レーザ素子の断面図。

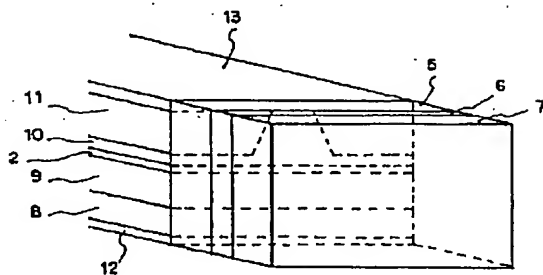
【図9】本発明のさらに他の実施例による半導体レーザ素子の断面図。

【図10】従来例による半導体レーザ素子の断面図。

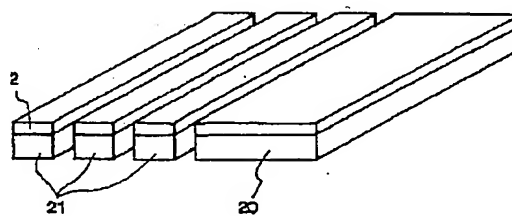
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ素子
- 3 半導体レーザ部
- 5、7 酸化シリコン（光反射膜）
- 6 酸化チタン（光反射膜）

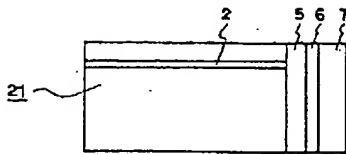
【図2】



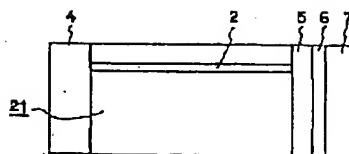
【図4】



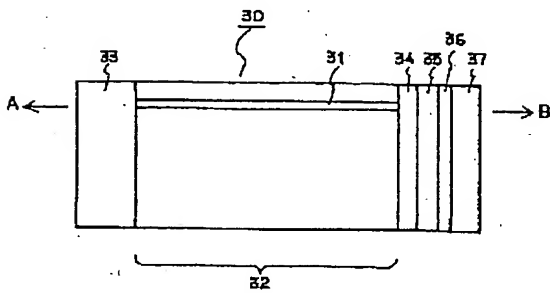
【図5】



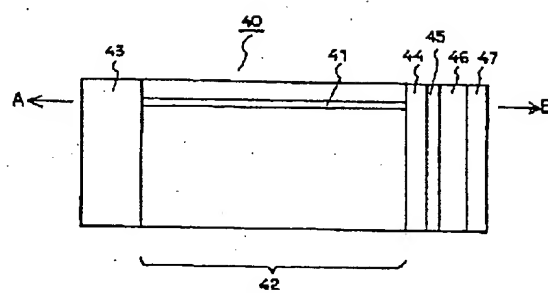
【図6】



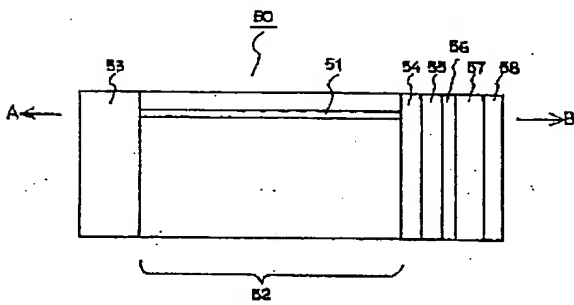
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

